DOI:10.11931/guihaia.gxzw201711025

石漠化地区饲用植物资源概况及其开发应用分析[1]

熊康宁[1*]，郭文[1]，陆娜娜[1]，张锦华[2]，刘凯旋[1]，杨苏茂[1]，刘兴宜[1]

（1 贵州师范大学喀斯特研究院/国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心，贵州 贵阳 550001；
2 贵州省畜牧兽医研究所，贵州 贵阳 550005）

摘要：我国饲用植物资源丰富，种类繁多，是草地资源的主要组成部分，开发利用饲用植物资源，不但有利于缓解畜牧业发展过程中饲草、饲料紧缺的现状，有助于破解“人畜争粮”的问题，而且能够满足在石漠化综合治理中草食畜牧工程建设的需要，促进石漠化地区生态恢复，达到治石与治贫相结合的目的。该文通过查阅文献资料调查石漠化地区饲用植物资源的概况，并对饲用植物资源的生态价值、经济价值和社会价值进行研究。针对饲用植物综合开发利用，分析其在石漠化地区生态恢复、区域经济发展以及生态文明建设中的作用。从饲用植物自身特性、石漠化地区地质地貌特点以及当地居民的意识等方面出发，探讨石漠化地区饲用植物资源开发利用存在的问题，并提出相应的解决对策，指出综合开发利用石漠化地区饲用植物资源，有利于促进石漠化地区草食畜牧业的发展，有利于促进石漠化地区生态文明建设与区域经济发展，是缓解人地矛盾，促进石漠化综合治理的有效途径，具有较大的开发利用前景。

关键词：石漠化治理，饲用植物，开发利用，生态文明建设，区域发展

中图分类号：　　　　文献标识码：A　　文章编号：

Overview of forage plant resources in rocky desertification area and its development and utilization analysis

XIONG Kang-ning[1*], GUO Wen[1], LU Na-na[1], ZHANG Jin-hua[2], LIU Kai-xuan[1], YANG Su-mao[1], LIU Xing-yi[1]

(1. *School of Karst Science, Guizhou Normal Universit/State Key Engineering Technology Research Center for Karst Rocky Desertification Rehabilitation*, Guiyang 550001, Guizhou, China;
2. *Guizhou animal husbandry and veterinary Institute*, Guiyang 550005, Guizhou, China）

Abstract: With the wide attention given by consumers to the negative effects of antibiotics in animal breeding, the acceptance of forage plants in the aquaculture industry has been continuously improved. China’s forage plants are rich in resources and variety, and they are the main components of grassland resources. A wide variety of forage plant resources is not only one of the main feed sources for the development of herbivorous and herbivorous animals, but also plays an important role in maintaining terrestrial ecological balance. The development and utilization of forage plant resources will not only help alleviate the shortage of forage grass and fodder in the development of animal husbandry, but also help solve the problem of “ the contradiction between human and animal food ”. Karst rocky desertification has become a very serious eco-environment issue in southwest China, severely hindering the local sustainable development of economy and society. The development and utilization of forage plant resources can also meet the needs of herbivorous animal husbandry project construction in the comprehensive management of rocky desertification, and promote the ecological restoration of rocky desertification areas, so as to achieve the purpose of combining rock desertification treatment and poverty reduction.This paper surveys the general situation of forage plant resources in rocky desertification area through literature review, and studies the ecological, economic and social values of forage plant resources. For the comprehensive development and utilization value of forage plants, the paper analyses their role in the ecological restoration, regional economic development and ecological civilization construction in rock desertification areas. From forage plant their own features and characteristics of rocky desertification area geology and the consciousness of the local residents, this paper discussed the existing problems of development and utilization at forage plant resources in the rocky desertification area, and put forward the corresponding solution countermeasures. It is pointed out that the comprehensive development and utilization of forage plant resources in rocky

---

1

基金项目：国家“十三五”重点研发计划课题(2016YFC0502607)；贵州省科技计划重大专项(黔科合重大专项字[2014]6007 号)；贵州省科技计划课题(黔科合社 G 字[2012]4008)。[Supported by Project of National Key
Research and Development Program of China in the 13th Five-year Plan (2016YFC0502607); The Key Project of Science and Technology Program of Guizhou Province (Qian Ke He Zhong Da Zhuan Xiang Zi [2014] 6007); The Project of Science and Technology Program of Guizhou Province (Qian Ke He She G Zi [2012] 4008)] 。

作者简介：熊康宁（1958-），男，贵州威宁人，硕士，教授，主要从事喀斯特地貌洞穴、世界遗产、石漠化治理研究，E-mail:xiongkn@163.com。

*通讯作者

desertification area is conducive to the herbivorous animal husbandry and ecological civilization construction and regional economic development in rocky desertification area. It is an effective way to alleviate the contradiction between people and land and promote the comprehensive management of rocky desertification, which also has great prospects for development and utilization.
Key words: rocky desertification control, forage plant, exploitation and utilization, ecological civilization construction, regional development

以贵州为中心的中国南方喀斯特山地地区作为我国 5 大典型脆弱生态区之一，由于长期不合理的人类活动干扰，地表呈现类似荒漠景观的演变过程或结果，造成喀斯特地区特有的石漠化现象，其主要表现为植被破坏、水土流失严重、岩石大量裸露、土地生产力衰退甚至丧失（熊康宁等，2002）。为了治理石漠化、缓解人地矛盾，有研究表明，加快草地建设和推进草食畜牧业发展是喀斯特地区解决生态退化的有效途径（杨振海，2008；覃宗泉等，2008；张美艳等，2010；张浩等，2013）。目前，我国畜牧业发展正处于转型升级的关键时期，饲粮、饲草资源日益紧缺是该阶段面临的首要问题。当前我国饲料资源供求关系出现精料短缺、蛋白质饲料短缺、绿色饲料紧缺和总量不足的“三缺一不足”的现象，而这些问题在水土流失严重、植被覆盖较低的石漠化地区更为突出，在饲料用粮日趋紧张，人畜争粮矛盾日益突出的情况下，石漠化地区饲用植物资源的开发利用研究滞后，严重地制约着当地畜牧业的发展。本文旨在充分深入地挖掘饲用植物资源潜力，通过开发利用饲用植物资源，从而拓宽饲料资源途径，促进石漠化地区生态畜牧业的稳定发展，推动石漠化地区区域经济的发展，为国家岩溶地区石漠化综合治理与区域经济发展提供基础资料和实践依据。

1 饲用植物资源价值研究

1.1 生态价值

饲用植物能够较快的萌生或根蘖再生成林，在经过放牧和砍伐之后再生能力强，如，构树（*Broussonetia papyrifera*），其侧根发达，多集中在地表 30 cm，且穿插力强，当年能够伸展 2 m 以上，而且部分根系能形成固氮菌根，在土壤中形成网络坚固结构，因此能够很好的涵养水分、保持水土（沈世华和邓华平，2016），饲用灌木多属 C_4 植物，能够耐高温，因此能够在土地瘠薄、干旱等恶劣环境下生存，如，红背山麻杆（*A.trewioides*）（莫凌等，2008）。此外，饲用植物也在固碳制氧，净化空气，调节气候方面发挥着重要作用。王子成和沈世华（2013）研究发现构树大而密集的叶片，在生长旺季时，1 hm^2 构树林每天吸收 1 t CO_2，并释放 750 kg 的 O_2。熊佑清（2004）、李华西（2007）等研究表明构树具有较强的吸尘净化空气的能力，对 SO_2、Cl_2、HF 等有毒气体和烟尘有较强的抗性，能减少酸雨的生成和腐蚀。此外，优质饲用植物具有较强的侵占性和极强的竞争力，能够抵抗其他非饲用木本植物的侵害，能够较快的形成优势群落，使其能够在各类低劣的生境中生长，如，陡坡、地形差、地表破碎以及多石少土的地段成功建植，且强大的根系能够滞留土壤中的大量有机物，尤其是豆科灌木具有根瘤菌，能够固定空气中的游离氮素，故能肥地改土。

1.2 经济价值

在我国畜牧业蓬勃发展，饲料资源供需失衡的背景下，饲用植物因其具有较高的饲料生产能力和饲用价值，具有良好的市场前景。王宗礼等（2006）经过 2 年时间，通过对 9 种饲用灌木与豆科牧草的产量和经济效益进行对比分析，得出种类不同经济效益差异明显其中细枝岩黄芪（*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey）生产性能与经济效益表现突出，其纯收入高达 11 418.9 元·hm^{-2}，其次为山竹岩黄芪（*Hedysarumfruticosum.* Pall）、塔落岩黄芪（*Hedysarumlaeve Maxim*）；据报道（夏芳芳等，2010；周宇和王玉玺，2007）年产 3 t 的构树生物饲料可满足 15 头生猪的饲养需要，又能为农民增加 1 500 元以上的收入。除此之外，饲用植物的经济价值还体现在造纸、制药以及生态建设间接经济价值。构树作为饲用植物资源中极具潜力的树种之一，其具备了饲用植物综合开发利用的特性，在饲料生产造纸、制药以及生态建设方面都具有较大的经济价值，据调查（夏芳芳等，2010；周宇和王玉玺，2007），构树成林年产干构树皮 9 750 kg·hm^{-2}，年产值达 24 375 元·hm^{-2}（按市价 2.5 元·kg^{-1} 计）；年收获枝条 15 t·hm^{-2}，年产值达 6 000 元·hm^{-2}（按市价 400 元·t^{-1} 计），具

有很高的经济价值。

1.3 社会价值

饲用植物具有较高的社会价值，通过推动饲用植物资源的开发利用，尤其是发展落后的石漠化山区，可以将资源优势转变经济价值，促进山区经济发展，缩小城乡、城市与山区之间的贫富差距，促进生态、社会和谐发展。“构树扶贫”作为国家 2015 年精准扶贫的十大工程之一，对石漠化地区社会经济发展、人民生活水平提高具有重要意义。如，贵州务川县通过与中科院植物研究所、中国农业大学等高校合作，修建了占地 500 亩的构树产业孵化园区，组建了 53 个农民专业合作社发展构树产业，种植了 2.5×10^4 亩杂交构树，让 1 721 户贫困户摆脱了贫困（田旻佳，2016）。此外，在冬季采伐部分老枝条作薪柴，不仅能促使来年枝条更新，又能缓解山区能源矛盾，调节山区能源结构，且有利于保护植被，避免水土流失加剧石漠化程度。当前，我国正在实施农业供给侧结构改革，开发利用饲用植物资源，正是响应国家号召，推进粮改饲，发展节粮型草食动物产业和生态循环，践行种养结合的生态畜牧业，尤其是在石漠化地区，开发利用饲用植物资源，不但能够促进传统农业生产结构调整，而且有利于水土保持，提高植被覆盖，有利于石漠化治理，缓和人地矛盾，缓解人畜争粮的矛盾，促进人与社会、人与自然的和谐发展。

2 喀斯特地区饲用植物资源

我国西南岩溶区地理条件优越，孕育着丰富多样的自然资源，然而，资源蕴藏量低，粗放型的发展模式造成经济增长与资源、环境和资金的矛盾相当尖锐，资源面临严重危机（何成新等，2007）。据统计（印遇龙，2017），目前我国饲用植物（包括半灌木、灌木、乔木的嫩枝叶）共计 216 科 1 545 属 6 703 个种，涉及 5 个植物门，其中灌木类饲用植物所占比例较大。灌木植物多属于 C_4 植物，对 CO_2 利用率高，光合强度大，生长周期长且生物量大，此外，其根系发达，自我繁殖能力强，因此具有极强的抗逆性能和饲料生产能力（曹国军和文亦芾，2006），即使在生态环境较为恶劣的石漠化地区，其灌木类饲用植物资源也较为丰富，如贵州天然草地灌木植物约有 32 科、164 属、406 种，其中主要优质饲用灌木有 12 科、32 属、60 种（陈超等，2014）；云南省草地饲用植物调查表明，云南主要优质饲用灌木有 7 科、27 属、60 种（唐一国等，2003）。

表 1 喀斯特地区部分主要优质饲用植物

Table 1 Part of the main high quality forage plants in Karst Area

科 Family	属 Genera	种或品名 Species name	产地 Place of origin
豆科 Fabaceae	胡枝子属 *Lespedeza*	大叶胡枝子 *L.davidii*	贵州、云南 、广西等地 Guizhou, Yunnan, Guangxi, etc.
马桑科 Coriariaceae	马桑属 *Coriaria*	马桑 *C.nepalensis*	云南、贵州、西藏等地 Yunnan, Guizhou, Tibet, etc.
桑科 Moraceae	构属 *Broussonetia*	构树 *B.papyrifera*	云南、四川、西藏等地 Yunnan, Sichuan, Tibet, etc.
蔷薇科 Rosaceae	蔷薇属 *Rosa*	刺梨 *R.roxburghii*	湖南、湖北、四川等地 Hunan, Hubei, Sichuan, etc.
芸香科 Rutaceae	花椒属 *Zanthoxylum*	竹叶椒 *Z.armatum*	西南地区 Southwest Region
荨麻科 Urticaceae	水麻属 *Debregeasia*	水麻 *D.edulis*	广西、四川、贵州等地 Guangxi, Sichuan, Guizhou, etc.
藤黄科 Guttiferae	金丝桃属 *Hypericum*	黄花香 *H.Patulum*	贵州、云南等地 Guizhou, Yunnan, etc.
木兰科 Magnoliaceae	木兰属 *Magnolia*	多花木兰 *M.multiflora*	河北、山西、广西等地 Hebei, Shanxi, Guangxi, etc.
蝶形花科 Papilionaceae	假木豆属 *Dendrolobium*	假木豆 *D.triangulare*	广西、贵州、云南等地 Guangxi, Guizhou, Yunnan, etc.
蒺藜科 Zygophyllaceae	白刺属 *Nitraria*	白刺 *N.tangutorum*	贵州、西藏东北部等地 Guizhou, northeast of Tibet, etc.
云实科 Caesalpiniaceae	决明属 *Cassia*	黄花决明 *C.glauca*	贵州、四川等地 Guizhou, Sichuan, etc.
胡颓子科 Elaeagnus	胡颓子属 *Elaeaguus*	羊奶子 *E.pungens*	湖南、湖北、贵州等地 Hunan, Hubei, Guizhou, etc.
锦葵科 Malvaceae	黄花稔属 *Sida*	黄花稔 *S.rhombifolia*	广东、广西、云南等地 Guangdong, Guangxi, Yunnan, etc.
大戟科 Euphorbiaceae	山麻杆属 *Alchornea*	红背山麻杆 *A.trewioides*	湖南南部、广东等地 Southern Hunan, Guangdong, etc.

榆科 Ulmaceae	山黄麻属 *Trema*	山黄麻 *T.orientalis*	贵州、云南、广西等地 Guizhou, Yunnan, Guangxi, etc.
鼠李科 Rhamnaceae	雀梅藤属 *Sageretia*	雀梅藤 *S.theezans*	湖南、湖北、四川等地 Hunan, Hubei, Sichuan, etc.
紫金牛科 Myrsinaceae	酸藤子属 *Embelia*	酸藤子 *E.laeta*	广东、广西、云南等地 Guangdong, Guangxi, Yunnan, etc.
旋花科 Convolvulaceae	银背藤属 *Argyreia*	葛藤 *A.seguinii*	贵州、广西、云南等地 Guizhou, Guangxi, Yunnan, etc.

注：资料来源于《中国饲用植物》（陈默君和贾慎修，2002）。由于篇幅所限，仅列举石漠化地区部分主要饲用植物。

Note: Data from the <Chinese feed plants>(CHEN MJ, 2002). Due to limited length, only some of the main Forage shrubs of the Rocky Desertification Area are listed.

3 石漠化治理中饲用植物开发利用定位

饲用植物资源开发利用在石漠化中扮演着重要的角色，林草植被建设和保护、草食畜牧业工程建设以及小型水利水保工程建设是石漠化综合治理的三大工程措施。而饲用植物资源的开发利用，不但能够提高石漠化地区植被覆盖度，而且能为草食畜牧业发展提供丰富的饲料来源，还能够涵养水分，是石漠化地区生态恢复的先锋力量，是石漠化地区经济发展的动力源泉，在石漠化地区生态文明建设中扮演重要角色。

3.1 石漠化地区生态恢复的先锋

脆弱的喀斯特生态环境，由于人类历史不合理的活动，造成石漠化，其生境脆弱，土地零星分布，生态环境恶劣。石漠化地区瘠薄的立地条件，对作物的生长提出了巨大的挑战，形成了“人增→耕进→林退→生态环境破坏→贫困”的恶性循环（邹细霞等，2012）。灌木类饲用植物具有极强的抗逆性，能够在瘠薄、干旱的地方生存，并且可以通过发达的根际保持水土，滞留土壤中有机物，且豆科的灌木还能够通过根瘤菌固氮，从而提高土壤肥力，为其他植物的生长奠定基础。如，构树是贵州石漠化地区中出现最早的木本植物，从草本阶段到草灌丛阶段均有出现，其抗逆性强且生长速度快，能够改良土壤（沈世华和邓华平，2016）。构树种子易传播、根株萌芽能力强且耐干旱，根系极为发达，在土壤中可以形成网络紧固结构，固土、固沙能力强，因此可以保水固土，防止水土流失此外，繁茂的地上丛生植株，使得构树成为一道良好的屏障，能有效的削弱风力，减少风蚀和失土，是喀斯特石漠化地区生态修复、提高植被覆盖极具潜力的先锋树种。

3.2 石漠化地区经济发展的动力

石漠化的产生与发展已成为我国现在阶段生态建设中面临的一项突出问题，是石漠化地区生态环境问题之首，成为灾害之源、贫困之因、落后之根，严重制约当地经济社会的可持续发展。草食畜牧业工程作为石漠化综合治理三大工程之一，发挥着重要的作用（郭文等, 2017）。目前，饲粮、饲草短缺是我国畜牧业发展面临的普遍问题，尤其实在石漠化地区，由于生境恶劣、土地生产地低，饲料来源有限且季节性饲料短缺情况尤为严重，大大限制了石漠化地区畜牧业的发展。为了寻求发展，突破畜牧业发展的瓶颈，以灌木类饲用植物为主的林业副产品类非常规饲料得到了广泛的重视。为了发展经济，摆脱贫困，在充分认识石漠化治理的长期性、艰巨性和复杂性，坚持不懈地推进石漠化综合治理工程的基础上，开发利用饲用植物资源，不但能够推进草食畜牧业发展，促进石漠化区域经济发展，还能提高植被覆盖率，保持水土，提高土地肥力，达到治石与治贫相结合的目的。

3.3 石漠化地区生态文明建设的基石

生态文明建设是我国特色社会主义事业的重要内容，也是面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，走可持续发展道路。建设生态文明，昭示着人与自然的和谐相处，意味着生产方式生活方式的根本改变。而农业供给侧结构改革，正是顺应这种形势，提出的推动粮经饲统筹、农林牧渔结合、种养一体、一二三产业融合发展的模式。由于传统农业发展以及人们不合理的耕作活动导致石漠化的地区，积极响应国家农业供给侧结构改革，优化传统农业结构，推进农业产业结构性调整，有利于促进石漠化治理，加快生态文明建设的步伐。因此，大力开发石漠化地区饲用植物资源，是提高植被覆盖、保水固土、恢复生态环境从而治理石漠化的有效途径，尤其是开发喀斯特植被的植物区系的植物，不但能够避免由于引种带来的“水土不服”，而且能够提高植物建植成功率（欧祖兰等，2004）。在守住粮食安全的底线的前提下，大力开发利用石漠化地区丰富的饲用植物资源，不但能够促进植被恢复，保水固土，增加土壤肥力到达石漠化治理的目的，而且，通过种养结合的发展方式

利用资源优势转变为经济优势，促进石漠化地区经济发展，为石漠化地区生态文明建设奠定基础。

4 石漠化地区饲用植物资源开发利用存在的问题与对策

我国饲用植物资源丰富，且具有较高的综合开发价值。经过多年的实践证明，“以牧种木，以木治石”的石漠化治理思路是切实可行的，同时也是行之有效的重要举措。发展“以牧种木，以木治石，治石与治贫相结合”的生态畜牧业的发展模式和高效的石漠化综合治理模式，是石漠化地区饲用植物资源开发利用的最终目标。如，构树、葛藤、多花木兰等优质饲用植物具有较高的营养价值和饲用价值，能够应用于畜牧业中，弥补畜牧业发展中饲草、饲料的短缺问题，而粗蛋白含量较高的刺槐（*Robinia pseudoacacia*），因其自身带刺，除山羊采食外，其他家畜才是困难，利用效率较低。因此，饲用植物在开发利用过程中存在一些问题，解决好这些问题，不但能够扩大饲料的来源，有利于畜牧业的发展促进当地经济发展，实现区域经济可持续发展，还能促进石漠化的综合治理和石漠化地区生态文明建设。

4.1 针对饲用植物自身物理和化学特性限制，加大技术投入，强化产、研联系，实现饲用植物饲料化。

通过查阅相关文献（Birbal SB，2003；丁学智等，2007；Upadhyaya RS，1985），我国饲用植物资源丰富，除部分优质饲用植物可直接饲喂牲畜外，大部分饲用价值相对较高的植物，因其自身物理和化学特性，如木质素、生物碱以及单宁等抗营养因子，需要经过人工处理后，方能够被牲畜采食而不会对其生长发育造成不良影响。我国应用现代技术加工生产木本饲料起步较晚（靖德兵等，2003），20 世纪 70 年代后期才开始进行植物树叶饲料加工研究，其制备工艺发展滞后，饲用植物饲料加工技术还不够完善，在石漠化地区研究就更为薄弱。因此，石漠化地区开发利用饲用植物资源就必须加大相关技术的投入，依托当地高校，进一步强化产、研联系，利用现有技术（青贮、制粒、氨化等方法）实现饲用植物饲料化利用，从而拓宽石漠化地区饲料来源途径，促进畜牧业发展，推动石漠化地区经济发展。

4.2 针对生境破碎、地理单元小而多，限制畜牧业发展的问题，应加快构建饲料加工中心，促进饲料产业化发展。

石漠化地区由于特殊的地理环境和生境破碎、地理单元小而多的地貌特征，难以实现饲用植物大规模种植，在一定程度上限制了饲用植物资源的开发利用，制约了畜牧业及相关产业的发展（郭文等，2016）。为了进一步促进石漠化地区畜牧业发展和饲料加工产业化进程，在石漠化地区构建饲用植物饲料加工中心是行之有效的途径。饲料加工中心基于“政府+企业+农户”的合作基础之上的一种多边共赢的饲料产业化发展模式，由政府牵头并提供饲料加工中心相应补贴，企业负责饲料加工并向养殖户提供低价饲料，养殖户提供饲料原料并可享受低价从饲料加工中心购进饲料或者根据提供饲料原料数量按比例换取饲料，该模式不仅大大降低了养殖成本，还刺激当地畜牧业快速发展，有利于促进饲料产业化发展。

4.3 针对当地居民认识不足和开发利用水平较低的问题，应加强政府引导，充分发挥当地农技站职能。

当地居民由于传统养殖思想的禁锢，对开发利用饲用植物资源认识不足，主要表现在两个方面：一方面，在饲用植物的保护上，多年来由于缺乏保护，许多地区饲用植物资源严重浪费，或掩埋到土壤中做肥料，或在开荒中烧掉，同时还引起了严重的环境问题；另一方面，在饲用植物的开发利用上，除部分适口性良好，在放牧时被利用的饲用植物外，其他大部分饲用植物并没有得到有效的利用，饲用植物开发利用水平较低，仅限于植物的嫩枝、嫩叶。因此，我们必须要加大对饲用植物资源的保护力度，政府部分应当加强宣传和引导，当地农技站应当充分发挥职能，推广相对成熟的饲用植物饲料，指导当地养殖户进行饲用植物资源的开发利用，避免饲用灌植物的滥用和人为破坏。另外，要进一步落实土地承包制度，明确饲用植物保护法律依据，做到谁承包、谁管理、谁保护、谁收益，调动农民依法保护饲用植物的自觉性，对肆意破坏饲用植物的行为要依法制裁。

参考文献

BIRBAL SB, 2003. Potential Therapeutic applications of some anti-nutritional plant secondary metabolites [J] . J

Agr Food Chem, (51) : 5579- 5597.
CAO GJ, WEN YF, 2006. Study on the exploration and application of feeding shrub resources in china [J] . Prataculture & Animal Husbandry, (10) : 26- 29. [曹国军，文亦芾，2006. 我国灌木类饲用植物资源及其可持续利用对策 [J] . 草业与畜牧，(10)：26- 29.]
CHEN C, ZHU X, CHEN GY et al, 2014. Assessment and development status of fodder shrub resources in Guizhou province [J] . Guizhou Agricultural Sciences, 42(09) : 167- 171. [陈超，朱欣，陈光燕，等，2014. 贵州饲用灌木资源评价及其开发利用现状 [J] . 贵州农业科学，42(09)：167- 171.]
CHEN MJ, JIA SX, 2002. Chinese forage plants [M] . China Agriculture Press: 23- 54. [陈默君，贾慎修，2002. 中国饲用植物 [M] . 中国农业出版社：23- 54.]
DING XZ, LONG RJ, YANG FL et al, 2007. Determining feeding value of several Tannin rich forages in vitro in sheep [J] . Acta Prataculturae Sinica, 16(1) : 24- 29. [丁学智，龙瑞军，阳伏林，等，2007. 体外产气法评定天祝几种高山植物的抗营养因子及其饲用潜力 [J] . 草业学报，16(1)：24- 29.]
GUO W, XIONG KN, ZHANG JH et al, 2017. Research status of forage shrub resources utilization and enlightenment for rocky desertification area in guizhou province [J] . Journal of Agricultural Science and Technology, 19(07) : 108- 116. [郭文，熊康宁，张锦华，等，2017. 饲用灌木资源开发利用研究现状及其对贵州石漠化地区的启示 [J] . 中国农业科技导报，19(07)：108- 116.]
GUO W, XIONG KN, ZHANG JH et al, 2016. The function of a silage center in grassland animal husbandry in Rocky Desertification Area [J] . Pratacultural Science, 33(11) : 2353- 2359. [郭文，熊康宁，张锦华，等，2016. 青贮中心在石漠化地区草地畜牧业中的作用[J] . 草业科学，33(11)：2353- 2359.]
HE CX, HUANG YQ, LV SH, et al, 2007. Rehabilitation process of “ Rocky Desert ” region, improvement of farm fuel and its ecological efficiency [J] . Guihaia, (06) : 855- 860. [何成新，黄玉清，吕仕洪，等，2007. 石漠化地区农村能源结构调整及其生态经济效应分析—以广西平果县龙何屯为例 [J] . 广西植物，(06)：855- 860.]
JING DB, LI PJ, KOU ZW et al, 2003. The exploration, manufacture and application of feeding xylophyta resources. Acta Prataculturae Sinica, 12(4) : 7- 13. [靖德兵，李培军，寇振武，等，2003. 木本饲用植物资源的开发及生产应用研究[J] . 草业学报，12(4)：7- 13.]
LI HX, 2007. Broussonetia papyrifera: native tree species with high development value [J] . China Forestry Industry, (01) : 35- 36. [李华西，2007. 构树：具有较高发展价值的乡土树种 [J] . 中国林业产业，(01)：35- 36.]
MO L, HUANG YQ, QIAN JK, et al, 2008. A preliminary study on the water physiology of four plant species in karst area of Southwest China [J] . Guihaia, (03) : 402- 406. [莫凌，黄玉清，覃家科，等，2008. 西南喀斯特地区四种植物水分生理的初步研究 [J] . 广西植物，(03)：402- 406.]
OU ZL, SU ZM, LI XK, 2004. Flora of Karst vegetation in Guangxi [J] . Guihaia, (04) : 302- 310. [欧祖兰，苏宗明，李先琨，2004. 广西岩溶植被植物区系 [J] . 广西植物，(04)：302- 310.]
SHEN SH, DENG HP, 2016. Cultivation and feeding techniques of broussnetia papyrifera [M] . Beijing: China Agriculture Scientech Press: 7- 8. [沈世华，邓华平，2016. 构树栽培及饲用技术 [M] . 北京：中国农业科学技术出版社：7- 8.]
TAN ZQ, LOU XW, LEI HY, 2008. Controlling karst rocky desertification by developing ecological grassland animal husbandry in anshun city , Guizhou [J] . Guizhou Agricultural Sciences, (2) : 129- 131. [覃宗泉，娄秀伟，雷会义，2008. 发展草地生态畜牧业促进石漠化治理初探－以贵州安顺市为例 [J]. 贵州农业科学，(2)：129- 131.]
TANG YG, LONG RJ, LI JR, 2003. The assessment and development fodder shrub resourcesin yunnan [J]. Prataculture & Animal Husbandry, (03) : 39- 42. [唐一国，龙瑞军，李季蓉，2003. 云南省草地饲用灌木资源及其开发利用 [J] . 四川草原，(03)：39- 42.]
TIAN YJ, 2016. The " economy of Broussonetia Papyrifera " behind " sheep money " [J] . Guizhou Today, (37) : 36. [田旻佳，2016. 务川：“发羊财”背后的“构树经济”[J] . 当代贵州，2016(37)：36.]
UPADHYAYA RS, 1985. Some nutritional and clinical observations in sheep fed khejri (prosopis cineraria) tree leaves [J] . Indian J Anita Nutu, (2) : 47- 48.
WANG ZL, ZHAO SF, ZHANG ZR et al, 2006. Comparative Analysis on productivity and economic benefits of the forage brushes [J] . Chinese Journal of Grassland, 28(3) : 31- 34. [王宗礼，赵淑芬，张志如，等，2006. 几种灌木饲用植物生产力及经济效益对比分析初报 [J] . 中国草地学报，28(03)：31- 34.]
WANG ZC, SHEN SH, 2013. The Characteristics and benefits of space hybrid Broussonetia papyrifera [J] . Land Greening, (05) :47- 48. [王子成，沈世华，2013. 航天杂交构树的特性与效益 [J] . 国土绿化，(05)：47- 48.]
XIA FF, LIU YF, CHEN SY, 2010. Biological characteristics and exploitation value of a woody forage plant-broussnetia papyrifera [J] . Journal of Forage & Feed, 4(4) : 26 - 29. [夏芳芳，刘艳芬，陈三有，2010. 木本饲用植物构树的生物学特性及其开发利用价值 [J] . 牧草与饲料，4(4)：26- 29.]
XIONG KN, LI P, ZHOU ZF, et al, 2002. Study on rocky desertification based on remote sensing and gis: a case of Guizhou [M] . Beijing, China: Geological Publishing House: 17- 18. [熊康宁，黎平，周忠发等，2002. 喀斯特石漠化的遥感-GIS 典型研究 [M] . 北京：地质出版社：17- 18.]
XIONG YQ, 2004. An application research of Broussonetia papyrifera in greenland [J] . Journal of Chinese Landscape Architecture, (08) : 75- 77. [熊佑清，2004. 构树在绿化中的应用研究 [J] .中国园林，(08)

：75- 77.]

YANG ZH, 2008. Improve the grassland construction and achieve the herbivorous animal husbandry developing and rock desertification control [J] . Pratacultural Science, 25(9) : 59- 63. [杨振海，2008. 加快岩溶地区草地建设步伐实现草食畜牧业发展和石漠化治理双赢 [J] . 草业科学，25(9)：59- 63.]

YIN YL, 2017. The 2nd National Symposium on Silage and Forage Conservation: The development of unconventional feed resources can alleviate the shortage of feed grain in China [EB / OL] . Holstein Farmer, 2017- 07- 25. http: // www.hesitan.com/nnyw_hzbd/2017-07-25/208567.chtml.[印遇龙，2017. 第二届青贮及牧草保存学术交流暨产业展览展示会：开发非常规饲料资源可缓解我国饲料粮紧缺现状. 荷斯坦网，http: // www.hesitan.com/nnyw_hzbd/2017-07-25/208567.chtml, 2017- 08- 20.]

ZHANG MY, DENG JF, YIN J, et al, 2010. Prospect of research on forage in controlling of karst rocky desertification in china [J] . Prataculture & Animal Husbandry, (1) : 1- 4, 18. [张美艳，邓菊芬，尹俊，等，2010. 草在我国喀斯特石漠化治理中的研究展望 [J] . 草业与畜牧，(1)：1- 4，18.]

ZHANG H, XIONG KN, SU MM, et al, 2013. Strategy analysis of control project and animal husbandry of rocky desertifical area in karst mountains-take dingtan drainage of huajiang as an example [J]. Chinese Journal of Grassland, 35(6) : 4- 8.[张浩，熊康宁，苏蒙蒙，等，2013. 岩溶山区石漠化草畜治理工程区域对策分析－以花江顶坛小流域为例 [J] . 中国草地学报，35(6)：4- 8.]

ZHOU Y, WANG YX, 2007. 100 expert recommend a tree together-sidelights on symposium on hybridization papyrifera in state forestry administration [J] . Green China, (13) : 62- 63. [周宇，王玉玺，2007. 国家林业局杂交构树研讨会侧记 [J] . 绿色中国，(13)：62- 63.]

ZOU XX, DU FJ, XIONG KN et al, 2012. Rocky desertification tourism: the effective way to reconstruct and protect ecological [J] . Ecological Economy, (10) : 101- 106. [邹细霞，杜芳娟，熊康宁，等，2012. 石漠化旅游：生态重建与保护的有效途径 [J] . 生态经济，(10)：101- 106.]